

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУЕЙ УСТАНОВКИ «ТЕРМОПЛАЗМА 50–01»

<sup>1,2</sup>Сайфутдинов А.И., <sup>1</sup>Фадеев С.А., <sup>1</sup>Файрушин И.И., <sup>1</sup>Кашапов Н.Ф.,  
<sup>1</sup>Ибрагимов А.Р.

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия,  
[as.uav@bk.ru](mailto:as.uav@bk.ru), [fadeev.sergei@mail.ru](mailto:fadeev.sergei@mail.ru), [fairushin\\_ilnaz@mail.ru](mailto:fairushin_ilnaz@mail.ru), [kashnail@gmail.com](mailto:kashnail@gmail.com),  
[ibragimov.a.r@mail.ru](mailto:ibragimov.a.r@mail.ru)

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия,  
[as.uav@bk.ru](mailto:as.uav@bk.ru)

В настоящее время в различных отраслях промышленности существует множество проблем, связанных с защитой изделий от коррозии, от воздействия высоких температур, повышением износостойкости элементов конструкций, ремонтом и восстановлением в течение всего срока их эксплуатации. Одним из способов решения этих проблем может быть нанесение специальных покрытий на поверхность изделий газотермическими методами напыления (ГТН). В связи с этим на протяжении нескольких десятилетий проводится модернизация и создание современных плазменных установок для напыления защитных покрытий, а также развиваются способы управления газоразрядными струями.

В частности, одной из современных коммерческих установок по плазменному напылению газотермических покрытий является «Термоплазма 50–01» [1], разработанная коллективом ИТПМ СО РАН. В настоящее время проводится всесторонние экспериментальные исследования по определению параметров плазменных струй и возможностей их применения для нанесения газотермических покрытий. При этом чрезвычайно важным является возможность предсказывать основные параметры этой установки и режимы ее работы при различных внешних параметрах и дополнительных воздействий. В этом случае на помощь приходят методы численного моделирования.

В представленной работе на основе системы уравнений Навье-Стокса, уравнения теплового баланса, а также уравнений Максвелла проведены серии численных экспериментов по определению основных параметров плазменной установки «Термоплазма 50–01». Получены распределение температуры в плазменном канале, смоделировано истечение струи из плазматрона и поле скоростей плазмы в плазменном реакторе. Продемонстрирована возможность воздействия на характеристики плазматрона с помощью наложения звукового поля непосредственно в плазменном канале, а также на струю истечения плазмы. В частности при ламинарном режиме работы при наложении звукового поля создается турбулизация плазменного потока. Численные расчеты были подтверждены экспериментальными исследованиями.

Таким образом, в работе получена адекватная модель плазменной струи, создаваемой современным плазменной установки «Термоплазма 50–01». Модель позволяет варьировать мощность плазматрона, расход плазмообразующего газа, его начальную скорость и др.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60187 мол\_а\_дк.

### Литература

- [1]. Kuzmin V.I., Mikhal'chenko A. A., Kovalev O. B. [et al.] J. of Thermal Spray Technology, 2012, V. 21, P. 159–168.